CÓMO CONSTRUIR SU PROPIO DRON

Manual del constructor

La guía práctica para construir, manejar y mantener con seguridad un vehículo aéreo no tripulado

Alex Elliott

Marcombo

Contenidos

6 1. Breve historia de los drones

Qué es un dron 8
Historia de los drones 8

14 2. Tipos de drones

Desde cero o con productos existentes 16
De ala fija 16
De ala giratoria 19

26 3. Aplicaciones de los drones

Cartografía e inspección 28
Fotografía aérea 31
Vigilancia 32
Entrega con dron 33
Aficionados 34

36 4. Anatomía de un dron

Fuselaje 38
Piloto automático 42
Radiocontrol 52
Motores 57
Controles electrónicos de velocidad 59
Hélices 66
Baterías 71
Cardanes y cámaras 75
Vista en primera persona 80
Selección de componentes para su dron 90

96 5. Construcción de drones

Fotografía aérea con dron 98
Minicuadricóptero FPV 116
Dron de ala fija 124

140 6. Vuelo y seguridad

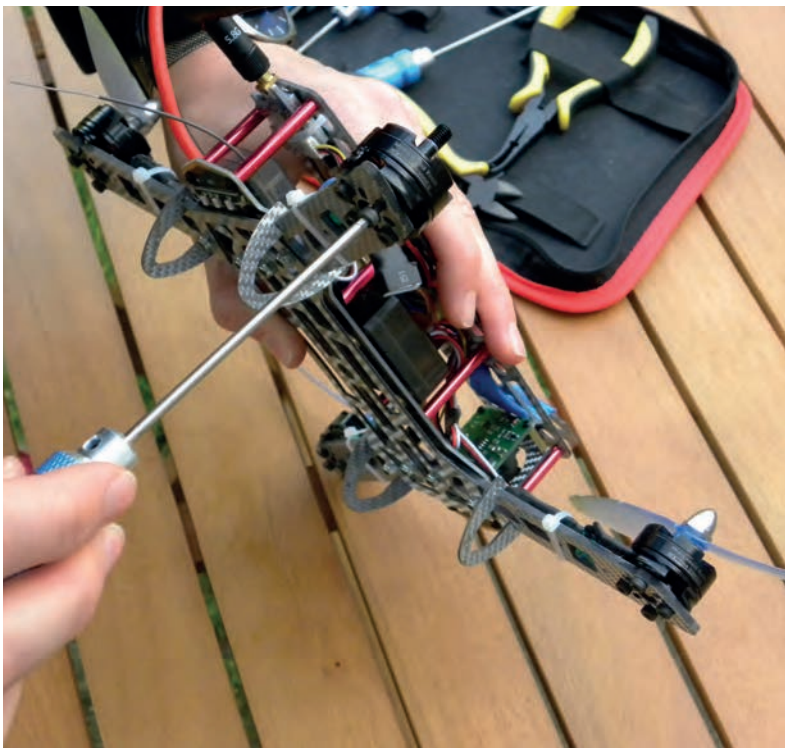
Información de seguridad 142
Aprender a volar 144
Controles de seguridad antes del vuelo 145
Dónde obtener ayuda 149

150 Apéndice

Tablas de datos de empuje 150

152 Lista de abreviaturas

153 Índice



ANTERIOR Un hexacóptero S550 lleva una cámara GoPro en un cardán estable para grabar vídeos aéreos. Observe que el módulo del GPS/brújula está instalado en un mástil por encima de los otros elementos electrónicos para asegurarse de que está libre de interferencias.
(Autor)

DERECHA Revisando los motores del cuadricóptero Silver Blade FPV. Siempre es una buena idea apretar todos los tornillos para asegurarse de que no se aflojan debido a la vibración.
(Sam Evans)

CAPÍTULO 1

BREVE HISTORIA DE LOS DRONES

(Pixabay)

Qué es un dron

El término dron suele tener mala fama. En los medios de comunicación se asocia a ataques aéreos militares y guerra. No obstante, son mucho más que armas. Miles de aficionados y organizaciones en todo el mundo los usan para ocio, investigación, preservación, agricultura y hasta para salvar vidas. Así que debemos reivindicar el término dron para que la gente empiece a entender todas sus posibilidades.

En términos técnicos, los drones o RPAS –vehículos aéreos no tripulados– se caracterizan por ser capaces de volar de forma totalmente autónoma desde el despegue hasta el aterrizaje. En este caso la mayoría de los cuadricópteros que se venden hoy en día no son técnicamente drones, sino más bien cuadricópteros teledirigidos.

Aunque tienen algún grado de autonomía, no pueden volar totalmente solos desde el despegue automático, pasar por una serie de puntos de un recorrido y aterrizar sin ayuda. Asimismo, muchos de los llamados drones de uso militar son realmente vehículos teledirigidos que siempre tienen a alguien que los controla.

En este libro, uso el término dron para abarcar todas las aeronaves de radiocontrol que tienen algún tipo de controlador aéreo.

Historia de los drones

Con el fin de apreciar al completo la historia de los drones, debemos revisar la amplia historia de los aviones no tripulados, que se ha desarrollado paralelamente junto a los aviones tripulados desde el inicio de los primeros vuelos. Tienen una historia oscura, ya que se han usado como armas de gran alcance, y todavía lo son hoy en día. Sin embargo, las recientes aplicaciones civiles han hecho que en ocasiones tengan un papel positivo y actúen como salvavidas.

Según como quiera definir la palabra dron, uno puede argumentar que el uso de los dispositivos aéreos no tripulados se remonta a 1849, cuando la armada austríaca usó globos con bombas durante el ataque a Venecia. Pero si hacemos caso de la creencia popular, el primer vuelo de un avión no tripulado data de 1890, cuando Otto Lilienthal, un pionero aviador alemán, experimentó con planeadores para probar diseños más ligeros. Muchos de los primeros diseños experimentales de aviones no eran tripulados para evitar lesiones a los pilotos. De esa manera Lilienthal pudo probar sus diseños sin riesgo y aprender de los accidentes.

Aproximadamente al mismo tiempo, en 1896, Samuel Pierpont Langley experimentaba con

DERECHA El Aeródromo Número 6 de Samuel P. Langley hizo el primer vuelo de largo alcance de un avión no tripulado, propulsado por motores. Fue lanzado por una catapulta desde la parte superior de una casa flotante en el río Potomac, Virginia (Estados Unidos), en noviembre de 1896, y voló durante casi una milla. Se alimentaba por un motor de vapor de un solo cilindro que manejaba dos hélices de empuje a través de una transmisión por engranajes. (Wikipedia)

ARRIBA Modelo completo del Kettering Bug expuesto en el Museo Nacional de la Fuerza Aérea de Estados Unidos, en Dayton, Ohio. El tren de aterrizaje se desprendía de la aeronave durante el despegue. (Greg Hume)

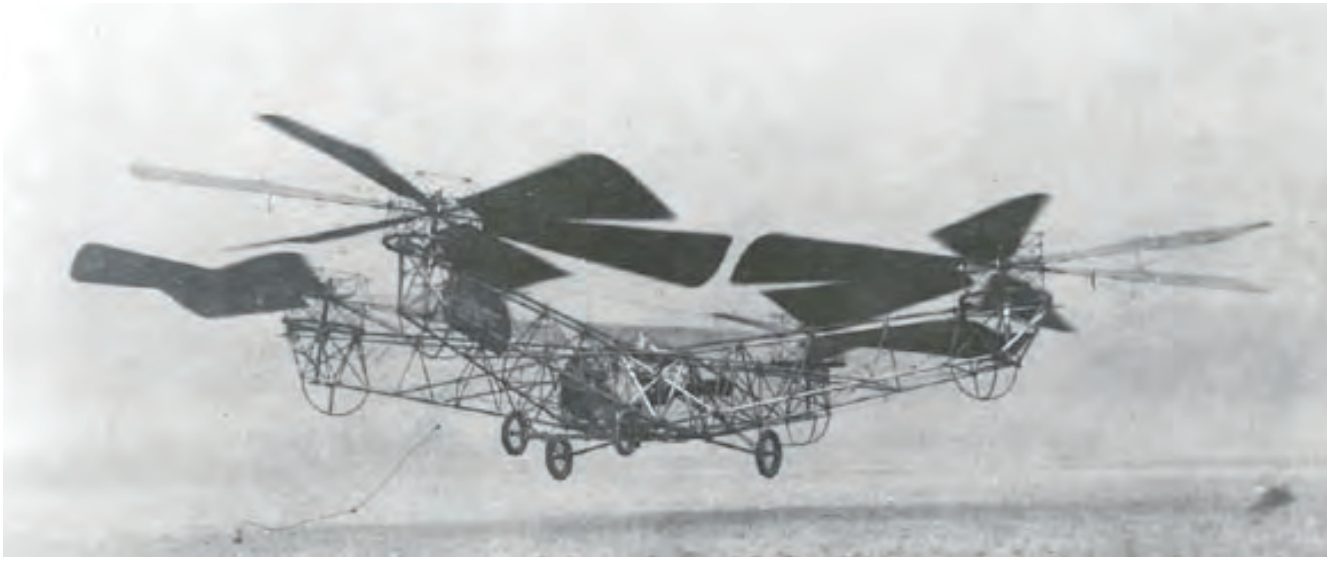
aviones de vapor. Es interesante señalar que se lanzaban con un sistema de catapulta, un método que todavía se usa para muchos drones modernos. El avión no tripulado de Langley, conocido como el Aeródromo, logró volar una milla a lo largo del río Potomac. Aunque el proyecto finalmente fue abandonado, esa prueba fue significativa en el mundo de la aviación, ya que fue el primer vuelo exitoso de largo alcance de un avión autopropulsado. Esto fue unos años antes del famoso vuelo de los hermanos Wright.

A pesar de los exitosos vuelos de los aviones no tripulados, se dieron cuenta de que con un piloto controlando el avión progresaban más rápido. Así que era un riesgo que debían tomar. El vuelo histórico de los hermanos Wright mostró al mundo que se podía controlar un avión con el alabeo de las alas, y esto hizo aumentar los progresos técnicos de la industria de la aviación. El éxito de los hermanos Wright fue el catalizador que dio forma a la ciencia de la aviación actual.

No mucho después, Lawrence Sperry –conocido como el "abuelo de los pilotos automáticos"– utilizó los giroscopios que inventó su empresa familiar para construir el primer piloto automático. En 1914 el piloto automático de Sperry permitió que un avión tripulado volara recto y nivelado, reduciendo considerablemente la carga de trabajo del piloto.

En esa época el profesor Archibald Low tuvo un importante papel en el desarrollo de los sistemas de radiocontrol, que culminó en el vuelo controlado de forma remota de Ruston Proctor AT en 1917. También debe tenerse en cuenta que el inventor Nikola Tesla había demostrado en 1898 la habilidad de controlar remotamente un barco.

Durante la Primera Guerra Mundial, el programa Kettering Bug fue el primer gran proyecto para utilizar aviones no tripulados. Este biplano, que esencialmente era un torpedo volador, tenía un sistema de guía diseñado



ARRIBA Helicóptero diseñado por George De Bothezat, descendiendo al campo McCook depués de estar en el aire durante 2 minutos y 45 segundos. (Wikipedia)

por Elmer Sperry, el padre de Lawrence, y era propulsado por un motor alternativo que usaba una carretilla y raíles para el despegue. En teoría, el Kettering Bug podía navegar de manera autónoma hasta 64 kilómetros, guiado por un piloto automático basado en un giroscopio con un barómetro aneroide para controlar la altitud. Para medir la distancia recorrida el avión usaba un sistema mecánico basado en el número de revoluciones del motor requeridas para lograr su objetivo. Sin embargo, el Kettering Bug nunca fue utilizado porque la Primera Guerra Mundial terminó antes de que pudiera ser completado.

Fue en 1922 cuando el primer cuadricóptero voló con éxito. Conocido como el helicóptero De Bothezat, utilizó rotores en una estructura en forma de X. Se completaron alrededor de cien vuelos y la altitud máxima que alcanzó fue de cinco metros. Pero el diseño no se usó más debido a su complejidad mecánica y a que la carga de trabajo del piloto durante el vuelo era demasiado alta.

Durante las guerras mundiales los aviones no tripulados vieron limitado el desarrollo en términos de autonomía, pero los avances en las transmisiones por radiofrecuencia (RF) facilitaban pilotar los aviones de forma remota, haciendo innecesarios los pilotos. También se hicieron algunas mejoras en los pilotos automáticos y actuadores. El uso principal que se dio a esos sistemas fue el de objetivos aéreos para la práctica de la artillería, la mayoría producidos por compañías británicas. Durante este período el uso de aviones no tripulados con el objetivo de formar pilotos fue prolífico, con cerca de 12.000 unidades producidas. Incluso hoy en día sigue siendo una importante aplicación militar para drones, aunque ahora tienen un nivel mucho mayor de autonomía.

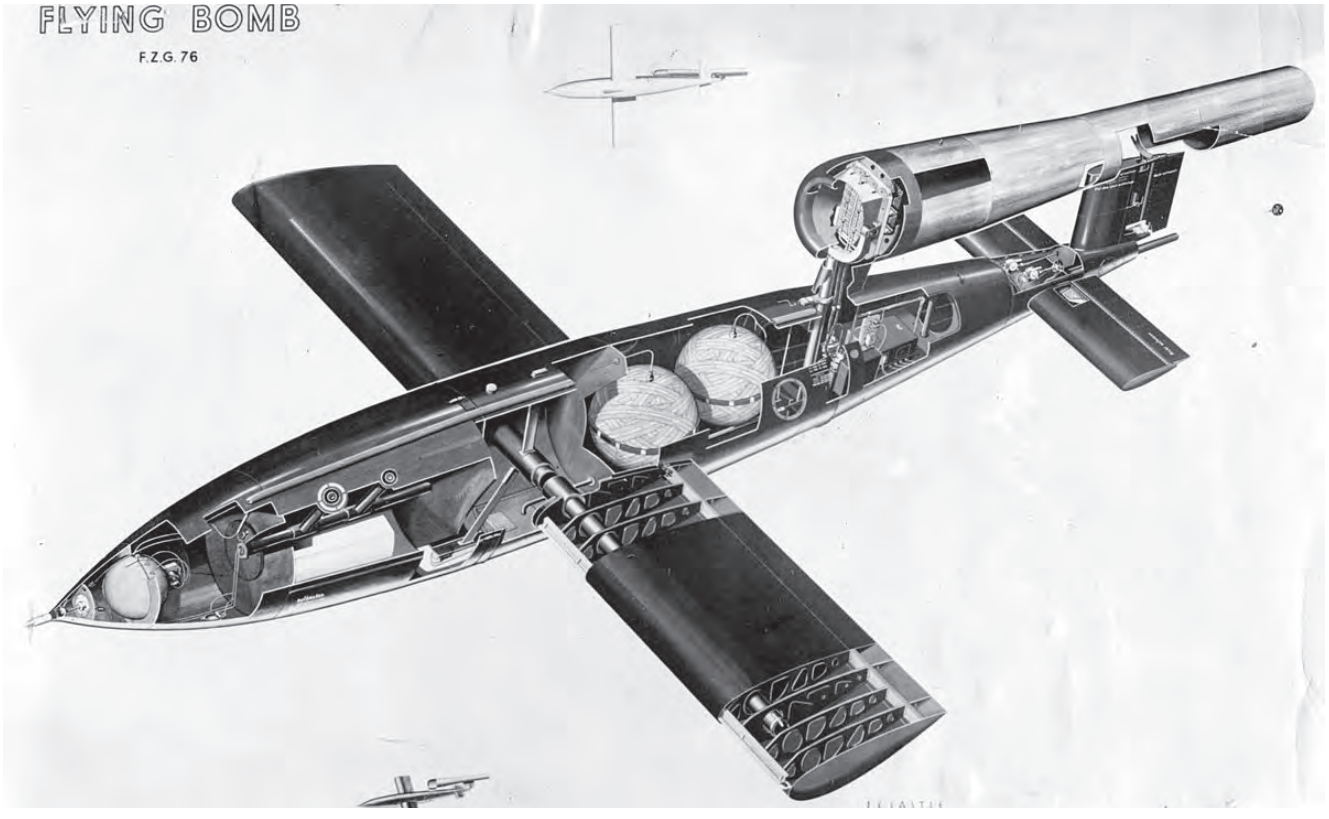
La Segunda Guerra Mundial supuso otro auge en el avance de los aviones no tripulados, particularmente en Alemania. Entre los muchos misiles aire-tierra o de crucero desarrollados por Alemania durante este período, el más conocido fue el Fieseler V-1, conocido comúnmente como el Buzz Bomb debido al característico sonido producido por su pulsorreactor. La Luftwaffe también usó bombas planeadoras guiadas por radiocontrol para atacar buques de guerra, las más comunes conocidas como las Fritz X. La Luftwaffe las utilizó durante el hundimiento del Roma, un barco de guerra italiano. Curiosamente, los restos del Roma fueron descubiertos hace unos años, en 2012, por otro dron, un robot submarino.

Los aliados también utilizaron aviones no tripulados durante la Segunda Guerra Mundial. La marina estadounidense usó el dron de asalto TDR-1, un dron con un doble motor modificado. Probablemente fue el primer misil pilotado por vídeo, controlado de forma remota por un operador desde un avión de persecución y que a través de una cámara veía lo mismo que TDR-1.

Otro programa de desarrollo de los Estados Unidos, llamado Proyecto Afrodita, fue el encargado de convertir bombarderos como el conocido B-17 en aviones no tripulados. De nuevo se usó el concepto de pilotar por vídeo, en el que la aeronave era controlada por radiocontrol y el piloto era capaz de ver y manejar los equipos de la cabina a través de las cámaras incorporadas. El avión despegaría manualmente con la tripulación a bordo, pero ya en el aire la tripulación cargaría las bombas, cedería el control al piloto automático y saltaría en paracaídas mientras estuviera sobre territorio aliado. El avión continuaría hacia su objetivo bajo control remoto. En general estas misiones se llevaron a cabo en objetivos subterráneos del territorio enemigo, como las fábricas de bombas V-1. Pero el proyecto fue un fracaso debido a su complejidad y su coste, y también porque las bombas de penetración terrestre de los británicos tuvieron más éxito en esas misiones. Más tarde, estos aviones no tripulados controlados remotamente fueron utilizados durante las pruebas de bombas nucleares, para volar a través del hongo nuclear y estudiar los efectos de la radiación gracias a los sensores especializados a bordo.

Después de la Segunda Guerra Mundial los drones fueron usados como blanco para la formación de pilotos. Hubo algunos casos de aviones no tripulados convertidos en bombas voladoras durante la guerra de Corea, pero no hubo avances innovadores durante este período debido principalmente al desarrollo de los misiles de crucero, basado en la investigación alemana del Fieseler V-1. Finalmente dio lugar a los misiles de crucero que tenemos hoy en día, los cuales son capaces de volar solos hasta su objetivo.

La compañía aeronáutica Ryan en California fue líder en aviones teledirigidos en la década de los sesenta, y los drones no tripulados más famosos de la época fueron los Teledyne Ryan Firefly/Firebee, que han sido de largo los más producidos hasta la fecha. Debido al éxito con los drones como blanco aéreo, se pidió a la compañía que desarrollara una variante de vigilancia, que voló por primera vez en 1964. Algunas versiones del Firefly se utilizaron en Vietnam en misiones de vigilancia y reconocimiento, como la evaluación de los daños de batalla. De las 7.000 variantes que se han construido, los drones Firefly/Firebee son, sin duda, los precursores de los drones modernos.



ABAJO V-1 seccionado, mostrando algunos de los componentes principales. (USAF)

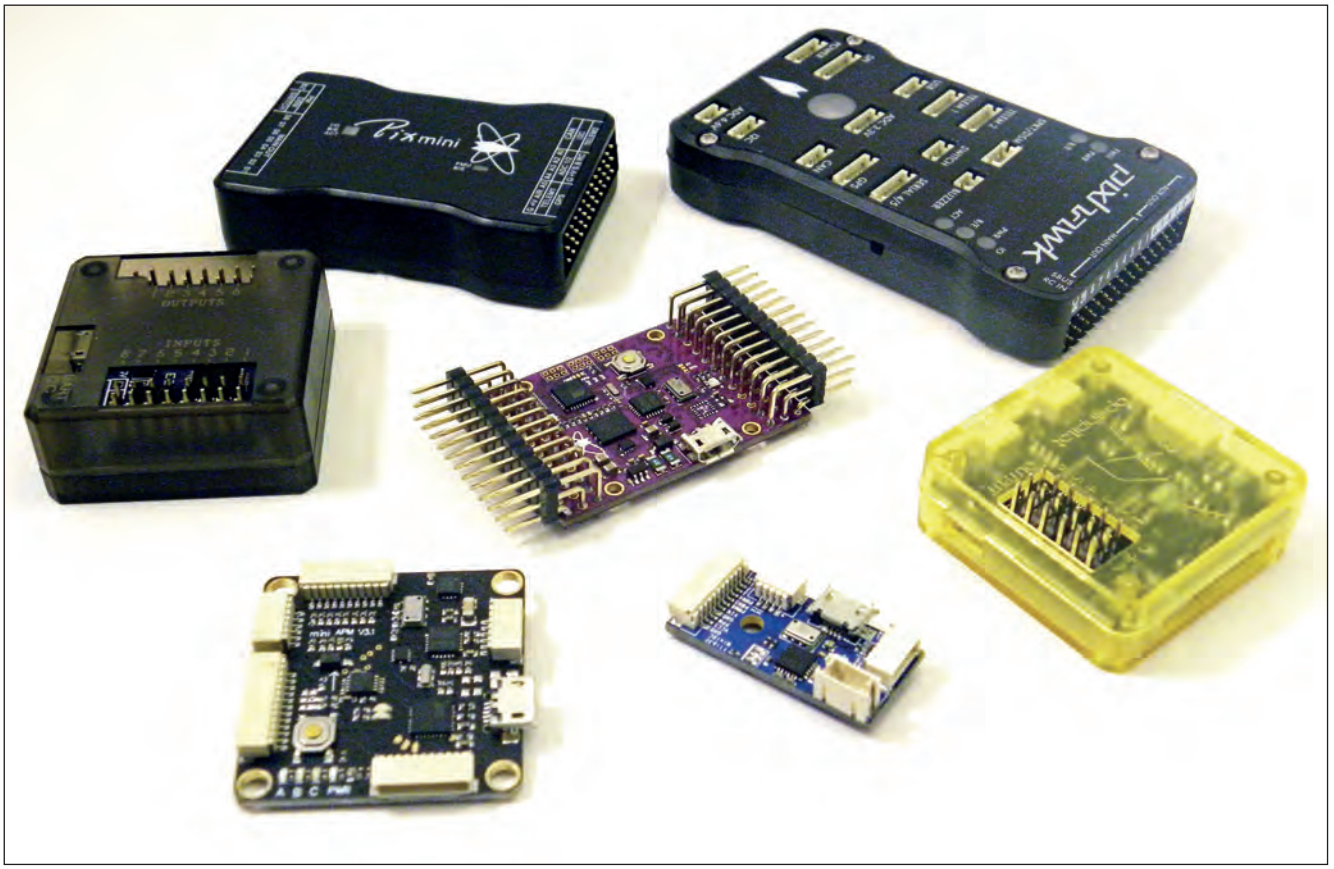
ARRIBA El Lockheed DC-130, avión para controlar drones, transportando dos BQM-345 Firebee, drones blanco para entrenamiento, debajo de sus alas. (Wikipedia)

Muchos todavía se utilizan en acciones militares en todo el mundo y algunos fueron utilizados en 2003 durante la invasión de Irak, donde volaron delante de los aviones pilotados como defensa antimisiles.

A medida que pasaron los años y la tecnología mejoró, los drones se convirtieron en una solución para las operaciones de reconocimiento, lo que llevó al uso generalizado del dron Predator. Debido a su capacidad para volar durante un largo período y a gran altura, este dron empezó como una simple plataforma de reconocimiento, pero las versiones armadas empezaron a aparecer alrededor de 2001 y continúan en uso hoy en día.

El inicio de la afición a los drones

Como con la mayoría de la tecnología militar, era solo cuestión de tiempo que los drones empezaran a ser aprobados para un uso civil. Los inicios de los drones como afición pueden vincularse al proyecto Paparazzi UAV, que comenzó en 2003. El objetivo del proyecto Paparazzi era desarrollar un sistema de piloto automático de código abierto, y ha disfrutado de muchas iteraciones a lo largo de los años y todavía está siendo desarrollado activamente hoy en día. Su naturaleza de código abierto ha ayudado mucho a la afición del dron, ya que los desarrolladores publican todo el código fuente y los archivos de diseño del piloto automático. Estos se utilizan en la comunidad de drones para añadir nuevas características, corregir errores y mejorar los diseños del *hardware*. A pesar de los esfuerzos de los primeros desarrolladores del proyecto Paparazzi, había una limitación debido a la falta de sensores potentes y baratos, y como sus primeros trabajos en el piloto automático eran simplemente para conseguir volar, se hizo poco esfuerzo en hacer que el sistema fuera fácil de usar. A su vez, esto fue un pequeño contratiempo para que estudiantes y otros



ARRIBA Hay una gran selección de placas de piloto automático para que pueda elegir. (Autor)

entusiastas que tenían conocimientos de electrónica se aficionaran a los drones.

Fue alrededor de 2009 que los sensores y procesadores empezaron a ser más baratos, gracias a la tecnología de los teléfonos inteligentes. Debido a la naturaleza de la producción en masa de esos teléfonos, la tecnología comenzó rápidamente a mejorar y a reducir sus costes, por lo que un sensor inercial que una vez había costado cientos de euros ahora solamente costaba unos pocos, debido a las economías de escala. Esto significaba que ahora los desarrolladores podían integrar mejores sensores en sus proyectos de piloto automático por menos dinero. De hecho la mayoría de los pilotos automáticos con una finalidad de ocio tienen los mismos sensores que la mayoría de los teléfonos inteligentes. ¡Incluso hay varios proyectos que han convertido un teléfono inteligente en un piloto automático!

También fue alrededor de 2009 que se inició el proyecto piloto automático de código abierto ArduPilot, con el objetivo de hacer que los drones fueran más accesibles a la gente. Inicialmente estaba basado en la plataforma electrónica de Arduino, que utilizó termopilas en su primer piloto automático para mantener la nave estable. Las termopilas miden la cantidad de energía térmica, y usando varias (mirando hacia arriba, adelante, abajo, izquierda y derecha) el ángulo de la aeronave se puede calcular basándose en la diferencia de temperatura entre el cielo y el suelo. Las versiones más recientes del ArduPilot empezaron posteriormente a utilizar sensores inerciales como acelerómetros y giroscopios, ya que ofrecen de lejos una precisión superior.

Cada año, el proyecto ArduPilot toma impulso, añade nuevas características y hace que todos los elementos sean más fáciles de usar. Hoy en día el *software* ArduPilot es capaz de controlar todos los vehículos no tripulados, ya sean aviones de ala fija, multirrotores, barcos o vehículos terrestres. También hay varios proyectos de piloto automático, centrados en plataformas específicas, pero el proyecto ArduPilot es probablemente la plataforma más usada en los drones, lo que le permite convertir su avión de radiocontrol en un avión no tripulado capaz de volar por su cuenta desde el despegue hasta el aterrizaje.

¡HAZTE CON EL LIBRO AQUÍ!